动　物　学　研　究　2007，Aug．28（4）：448－456　　CN 53－1040/Q　ISSN 0254－5853
Zoological Research

非人灵长类饲养与管理过程中的福利保障

张　鹏*，渡边邦夫
（京都大学 灵长类研究所 日本国 爱知省 犬山市，484-8506）

摘要：实验动物饲养管理和福利保障的问题已越来越被国际社会所关注。与发达国家相比，中国对实验动物福利的研究及大众化意识则相对滞后。中国作为世界上最大的实验灵长类动物的饲养与出口国，每年遭受的国际贸易损失始终位居全球首位。为此，本文引入了实验灵长类福利的“5个自由”理论：1）动物有避免干渴、饥饿和营养不良等不利因素影响的自由；2）动物有获得舒适生活条件的自由；3）动物有脱离痛苦、受伤和疾病骚扰的自由；4）动物有表达自然行为的自由；5）动物有脱离恐惧和心理压力的自由。在上述理论的基础上，提高实验动物福利应具体从饲养的物理环境、营养供给、饲养管理、繁殖管理及饲养环境的多样性等几方面着手。通过总结国际与此相关的研究进展，旨为中国相关研究提供素材和为完善国内现行的法规及标准提出一些思路。

关键词：非人灵长类；饲养管理；福利保障；“5个自由”理论
中图分类号：Q959.848　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0254-5853（2007）04-0448-09

On the Husbandry and Welfare of Captive Non-human Primates

ZHANG Peng*, WATANABE Kunio
(*Primate Research Institute*, *Kyoto University*, *Inuyama City*, 484-8506, *Aichi Province*, *Japan*)

Abstract: All animals including non-human primates require good husbandry and welfare conditions. The purpose of this paper is to encourage discussion and active review of the husbandry of captive non-human primates and to assist with the management of changes to benefit their welfare. We introduce the welfare concept of “Five Freedoms”, which are 1) freedom from thirst, hunger or malnutrition; 2) freedom from discomfort; 3) freedom from pain, injury and disease; 4) freedom to express normal behaviour; 5) freedom from fear and distress. The “Five Freedoms” concept promotes not only physical well-being of primates, but also psychological well-being. The practical strategies to improve husbandry of vertebrate animals include: concern about their physical environment, nutrition supplement, colony management, breeding activity of captive non-human primates and environment enrichment. People in charge of research and management with primates should always strive towards the betterment of captive animals' welfare by improving their captive environment on the basis of performance standards. These reviews may provide material concerning the husbandry and welfare of captive primates.

Key words: Non-human primates; Husbandry; Welfare; Five-freedom theory

在实验动物饲养过程中如何给予动物最好福利的问题已越来越被国内和国际社会所关注（Young，2003；NRC，1997；Reinhardt & Reinhardt，2002；Ueno，2005）。所谓实验动物福利，即人类应该合理、人道地利用动物，以保证那些为人类做出贡献的动物享有最基本的权利（NRC，1997）。非人灵长类在生物医学、人类学和古人类学等领域均为人类做出了较大贡献，如：在探讨困扰人类的艾滋病、肿瘤、肝炎等疾病机理的基础研究和治疗药物的临床前研究中，它们也是首选或唯一的实验动物（NRC，1996）。自被作为实验动物的那一刻起，非人灵长类的福利保障即成为社会舆论和福利研究的关注焦点。由于非人灵长类在进化上为最接近于人类的动物，其行为、组织结构、生理和代谢的特点都与人类的相近（Baskerville，1999）；以及它们有发达的大脑、复杂的认知能力及稳定的社会结构

* 收稿日期：2007-01-05；接受日期：2007-04-10
基金项目：日本学术振兴会（JSPS）21st Century COE Program（14301-2006）；日本 HOPE 先端研究事业（15001-2007）
* 通讯作者（corresponding author），E-mail：zhangpeng@pri.kyoto-u.ac.jp

（Itani，1977；Fleagle，1999）。因此，他们与人类一样可感知精神与肉体的痛苦。而饲育条件下的孤独、烦躁和行为受限都将给非人灵长类的身心健康造成影响（e.g PRI，2002；Sainsbury，1997），所以，不论从人们的道德伦理观还是从减轻动物痛苦等方面考虑，提高实验非人灵长类福利及改善饲养条件均显得非常必要的。英国农畜福利委员会（UK Farm Animal Welfare Council，1997）在对灵长类福利保障的研究中率先提出了实验动物应该获得“5 个自由”的理论，即：1）它们有避免干渴、饥饿和营养不良等不利因素影响的自由；2）它们有获得舒适生活条件的自由；3）它们有脱离痛苦、受伤和疾病骚扰的自由；4）它们有表达自然行为的自由；5）它们有脱离恐惧和心理压力的自由。

在上述理论基础指导下，美国在“Animal Welfare Act”（Public Law 99—198US，1985）的修正案中提出，应进一步规范实验动物的饲养条件及建立饲养环境的多样性，这不仅可以保障实验动物应有的福利，尚有利于提高实验动物的质量和防止人兽共染疾病的传播等。随即，很多国家和地区均先后制定出了保障实验灵长类福利的饲养标准和实际的操作规范，例如：美国国家研究委员会（NRC，1996）的“Guide for the care and use of laboratory animals ”、英国皇家出版局（HMSO）发行的“The home office code of practice for the housing and care of animals in scientific procedures（HMSO a）”和“The home office code of practice for the housing and care of animals in designated breeding and supplying establishments（HMSO b）”、日本京都大学灵长类研究所（PRI，2002）制定的“Guide for the care and use of laboratory primates”和中华人民共和国科学技术部（1988）制定的“实验动物管理条例”等。

与发达国家相比，中国对实验动物福利的研究和大众化意识仍很薄弱。作为世界上最大实验灵长类的生产国，每年遭受的国际贸易损失始终位居全球之首（Mandavilli，2006）。为此本文引入“5 个自由”实验动物福利保障理论，并总结了近年来国际上对实验灵长类动物福利的研究进展，包括圈养的物理环境、营养供给、饲养管理、繁殖管理和饲养环境多样性等几方面的内容，对美国、英国、日本和中国的现行饲养规范的一些异同进行了比较。旨能为国内的相关研究提供素材，并期盼更多的科研工作者能重视这项研究，进而为完善中国现行的实验动物法规和标准提供一些依据。

1　圈养的物理环境——动物有获得舒适生活条件的自由

全球分布近 300 多种非人灵长类。不同种类在其体形大小、行为特征、社会结构等方面均有着明显的差异（Fleagle，1999）。如：小型狨类（*Callithrix* spp）的体重仅 0.5 kg 左右，而大猩猩（*Gorila gorila*）重达 100 kg。因此，据各物种特征，提供适宜的物理环境是保障实验非人灵长类福利的第一步。物理环境乃指有利于动物个体成长、繁殖、健康生活，且能保证饲养者的健康和安全，皆符合动物福利的饲养环境（PRI，2002）。本文将中国和其他发达国家对笼舍大小、温度、相对湿度、换气次数、光照和噪音等这几项主要物理环境因素的要求予以比较如下。

1.1　饲养笼舍的大小

美国、日本等发达国家对灵长类最小饲养空间均有严格的要求（NRC，1996；PRI，2002）。据体重大小，将非人灵长类分为两大类，一大类为原猴亚目（Prosimii）猴科（Cercopithecidae）及小型类人猿（如长臂猿 *Hylobatibae*），另一大类为大型类人猿，包括大猩猩（*Gorilla*）、黑猩猩 *Pan* 和猩猩 *Pongo*。而将第一大类中按其体重划分 7 个级别，最小饲养空间从 0.15 m^2（底面积）× 0.51 m（高度）到 1.35 m^2 × 1.17 m 不等（表 1）。将第二大类动物按体重分为 3 个级别，最小饲养空间从 0.90 m^2 × 1.40 m 到 2.25 m^2 × 2.13 m 不等。中国也对最小饲养空间进行了规定（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2001）。但仅分 3 个级别，最小饲养空间从 0.5 m^2 × 0.6 m 到 0.75 m^2 × 0.8 m 不等。与发达国家相比，中国对笼舍大小的要求及对动物体重的分类方面均不够细致。

对笼舍大小的确定除因依据动物体重大小外，尚应考虑动物的行为特征及社会结构等其它因素。按照美国 NRC（1996）和日本 PRI（2002）所提出（表 1）的最小空间标准，狨科（Callitrichidae）、蛛猴亚科（Atelinae）和长臂猿科种类的饲养空间应较其他种类的更大。在对猕猴类（*Macaca* spp.）动物的饲养中，由于其个体之间普遍存在严格的等级关系，且体型大的雄性经常压迫雌性，独占食物，若将动物饲养于狭窄的饲养笼舍内，地位低的猕猴往往会产生很大的心理压力，个体间相互争斗

时常导致彼此的重伤甚至死亡。因此，建议在群养的笼舍内为动物提供木箱，以躲避动物因争斗带来的危险，并避免配对圈养（PRI，2002）。

1.2 温 度

最适合饲养灵长类动物的温度应该与其自然栖息地一致。舍内环境温度过高或过低，都将导致动物的能量散失；并增加其心理压力，同时也不符合对实验动物福利和健康的要求（NRC，1996）。饲养温度应据动物种类的不同而不同（表2）。英国饲养新大陆猴的温度控制在20—28℃，旧大陆猴（Old-world monkey）为15—24℃，两者间差4或5度（HMSO a；Wolfensohn & Lloyd，2003）。日本PRI（2002）的标准则更加细致，其中对小型南美产的狨类和原猿类的温度标准为：24—27℃；对分布于低纬度或低海拔的猴科种类的标准则为：冬季23℃，其他季节为27℃；对分布于高纬度或高海拔的猴科种类的温度标准为：冬季20℃，其他季节为27℃。对黑猩猩（*Pan troglodyres*）、长臂猿和蛛猴亚科的温度标准则为：24—27℃。而中国的国家标准GB 14925—2001（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2001）则较为笼统，未对具体的灵长类种类针对性地进行制定相应的标准，而是对猴、犬、猫、兔和小型猪执行统一标准，即；20—26℃。国内的一些地方性标准，如广东省的温度标准为18—30℃（广东省技术监督局，1994），也未将非人灵长类与其它动物的标准分开，且要求的温度范围比上述发达国家的要求范围宽。

1.3 相对湿度

饲养环境的相对湿度过低易引起非人灵长类出现皮肤病，过高将使起体温调节失调，而易滋长真菌。中国GB14925（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2001）中对此的规定为：40%—70%，与发达国家的标准基本一致（表2）。但国内的一些地方性标准则对相对湿度规定不详，如广东省对饲养环境的相对湿度要求为：50%以上，高于90%相对湿度的时间不多于30天/年（广东省技术监督局，1994）。过于潮湿的环境则会不利于灵长类种类的饲养和繁殖。

1.4 换气次数

封闭的笼舍需经常换气，使其内部氨气浓度不超过20×10^{-6}。中国GB 14925（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2001）中换气标准为：10—50次换气/h，气流速度为：10—20 cm/s，此两项指标与发达国家的标准基本一致（表2）。但标准中未指明新鲜空气在其中所占的比例。而美国和日本的标准中则分别要求新鲜空气的比例应占50%和100%，对换气次数的要求也比中国的明确，为10—15次/h换气。

表1 非人灵长类饲养笼舍的大小标准

Tab. 1 Guideline for the size of captive non-human primate facilities

	种类 Species	体重 Body weight（kg）	底面面积 Substrate size（m^2）	高度 Height（cm）
中国 China	非人灵长类			
		<1	0.5	60
		1—6	0.6	70
		>6	0.75	80
美国 USA，日本 Japan	原猿类，猴科，小型类人猿*			
	第1组	<1	0.15	50.8
	第2组	1—3	0.27	76.2
	第3组	3—10	0.39	76.2
	第4组	10—15	0.54	81.3
	第5组	15—25	0.72	91.5
	第6组	25—30	0.9	116.2
	第7组	>30	1.35	116.9
	大型类人猿			
	第1组	<20	0.9	139.7
	第2组	20—35	1.35	152.4
	第3组	>35**	2.25	213.4

标准来源：中国（国标14925—2001），美国（NRC，1996），日本（PRI，2002）. References：China（National Standard 14925-2001），USA（NRC，1996），Japan（PRI，2002）.

* 狨科、卷尾猴科、猴科和狒狒属动物的笼子高度最好比其他种类动物的高一些。Animals in Callitrichidae，Cebidae，Cercopithecidae families and Papio genus should have higher breeding facility than the common standard.

** 大于35 kg的动物需要比表中数据更大的空间。Animals heavier than 35 kg should have larger space than the standard listed in the table.

表 2　圈养非人灵长类的物理环境指标

Tab. 2　Guideline for physical environment of captive non-human primates

	中国 China	美国 USA	英国 UK		日本 Japan					
			新世界猴	旧世界猴	小型南美产种类，原猿类	恒河猴、食蟹猴、帽猴、印尼苏拉维西岛的猕猴种类、赤猴、绿猴		日本猴、藏酋猴、台湾猴		黑猩猩、长臂猿、蛛猴亚科
						春、夏、秋季	冬季	春、夏、秋季	冬季	
温度 Temperature（℃）	20—26	18—24	20—29	15—24	24—27	27	23	27	20	24—27
相对湿度 Relative humidity（%）	40—70	30—70	40—70		40—70					
换气次数 Ventilation（times/h）	10—50	10—15 新鲜空气≥50%	10—12		10—15，100%的新鲜空气					
气流次数 Current speed（cm/s）	10—12	—	—		13—18，避免直接吹响动物					
光照 Lighting（lux）	150—300				150—300，笼舍底面以上 40—85 cm 高处					
昼夜交替时间 Lingting regime（h）	12/12 或 10/14									
噪音 Noise level（dB）	≤60									

标准来源：中国（国标 14925—2001），美国（NRC，1996），英国（HMSO a），日本（PRI，2002）.

References：China（National Standard 14925-2001），USA（NRC，1996），UK（HMSO a），Japan（PRI，2002）.

1.5　光　照

光照是影响动物的行为、繁殖和健康的一个重要因素。在中国北方地区、英国、北美和日本等国家，白昼时间（尤其是冬季）要明显短于热带地区（大多数非人灵长类均分布于热带地区）。因此，在饲养动物时需要辅以 150—300 lx 的人工照明，以维持动物的正常的 12—14 h 的照明期间和 12—10 h 的无照明期间（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2001），这与发达国家的标准基本一致（表 2）。由于光照会影响动物的活动规律，夜间无照明时间照明设备完全关闭。饲养夜行性非人灵长类时，应将昼夜的人工光照时间颠倒过来。对新大陆猴而言，动物在普通荧光灯照明下无法使其体内产生足够的维生素 D_3，从而导致多种骨格疾病的产生。因此，需通过增加人工紫外线光照，或在动物的食物中添加维生素 D_3，以此克服因维生素 D_3 不足所产生的问题（PRI，2002）。

1.6　噪　音

噪音将影响动物的行为并造成心理压力（NRC，1996）。85 dB 以上的连续噪音将导致动物听觉障碍，并使动物血压增加（Young，2003）。中国对饲养室内的噪音标准规定是 60 dB 以下，与其他与发达国家的标准基本一致（表 2）。噪音源主要来自 4 个方面（PRI，2002），即：1. 动物自身（如动物叫声）；2. 工作人员（如脚步过重、呼喊、照料、研究、关门和捕获动物）；3. 物理环境（如笼子、提取器、泵和动物炫耀引起的碰撞声）；4. 音响设备（如提供给工作人员或动物的报警器、广播及娱乐等）。黑猩猩、长臂猿等种类叫声较响亮，也会给其他动物带来噪音，建议将其与其他种类动物分开一定距离进行饲养（PRI，2002）。

2　营养——动物有避免干渴、饥饿和营养不良等不利因素影响的自由

2.1　营养需求

非人灵长类需要 50 种以上不同的营养以维系其生长发育，其中含碳水化合物、蛋白质、脂肪、维他命、矿物质等（NRC，1996）。中国制定的实验动物 - 猴配合饲料的标准 GB14924（中华人民共和国科学技术部，2001），已对常规所需营养成分进行了具体标定，与发达国家的标准基本一致（NRC，1996；PRI，2002）。美国 NRC（1996）建议在饲料里添加适当的 ω-3 和 ω-6 脂肪酸。此两种脂肪酸对动物的发育极为重要，因动物无法自身合成，而 ω-3 脂肪酸为猕猴胎儿大脑正常发育所必需（Wolfensohn & Lloyd，2003）；其添加剂量分别为干饲料重量的 0.5% 和 2%。饲料蛋白则建议使用混合谷物蛋白及豆类蛋白类饲料，因此单一的蛋白质更有利于平衡动物体内的氨基酸。此外，食物中应适当增加纤维素饲料的成分有助于动物的消化及延长其寿命（Wolfensohn & Lloyd，2003）。

2.2　给　水

动物饮水的量受饲养环境温度、湿度和动物的活动量、食物中的水分和电解质成分等多种因素影响。因些，饲养过程中不应限制供水（NRC，1996）。国内的饲养笼舍常只提供一个饮水装置。但对群体圈养一些种类时（如猕猴或日本猴），则需在饲养笼舍内设置两个以上的饮水装置。以避免高等级个体霸占饮水装置而造成其它个体缺水喝的危险。

2.3 不同情况下的营养供给

饲育环境下的营养方式和供给量应依据物种、生长阶段、性别、健康状况、怀孕和哺乳等情况来综合考虑（Wolfensohn & Lloyd，2003）。一般来说孕期较短、断奶较早、排泄量较大或性成熟较早的物种对能量的需求较高。如：新大陆猴的婴幼猴每天需要 300—500 千卡/kg 标准体重的能量，相比之下旧大陆猴的婴幼猴则只需要 200—300 千卡/kg 标准体重的能量（PRI，2002）。根据维持、生长、怀孕和哺乳的 4 个发育阶段，不同阶段的动物对能量的需求也会有明显的差异。如处于生长阶段的青少年猴消耗的能量却是成年猴的 2 到 5 倍（NRC，1996）。哺乳期也是繁殖过程中最消耗能量的一个阶段，在哺乳高峰期，幼崽每天要喝掉 940.5 kJ/kg 标准体重的乳汁。因此，需根据动物的发育阶段调整营养的供给方式。中国目前对此尚未有明确标准。参照美国 NRC（1996）的标准，提供饲料的能量依次应为成年猴 418.7 kJ/(kg·d)、怀孕母猴 523.4 kJ/(kg·d)、哺乳母猴 628 kJ/(kg·d)、生长期少年猴 837.4 kJ/(kg·d)，此外，可以提供适量果物和蔬菜以满足生理和营养方面的需求。若一味地改变供食方式可能会引起动物暴饮暴食、消化管胀气、急性胃扩张，进而导致呼吸困难等问题。因此，建议采用少量多次的供食方式，以减少上述问题的发生（PRI，2002）。

3 动物的卫生防疫——动物有脱离痛苦、受伤和疾病骚扰的自由

3.1 传染性疾病

非人灵长类的传染性疾病包括多种病毒性疾病和细菌性疾病。其中许多疾病均可能交叉传染给人类。例如 B 型病毒（*Herpesivirus simiae*）为灵长类动物体内最容易交叉传染的一种病毒，主要存在于旧大陆猴体内（除了类人猿），咬伤、唾液腐蚀和呼吸道传播为其传染途径，有时即使正确地穿着工作服，仍有被感染的可能（Weigler，1992；Centres for Disease Control and Prevention，1997）。在已知被感染 B 型病毒的 40 人中，已有 28 人死亡，死亡率高达 70%（Holmes et al，1995）。因此，非人灵长类的卫生防疫在饲养过程中是非常重要的。

中国政府非常重视实验动物的卫生防疫，先后出台的《中华人民共和国动物检疫法》（全国人发代表大会常务委员会，1998）、实验动物管理条例（中华人民共和国国家科学技术部，1988）、GB 14925（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2001）以及一些地方性条例，用以规范和管理实验动物的卫生防疫工作。条例要求对饲养的动物需进行定期的健康检查。卫生检疫的对象不仅包括饲养的动物，还包括引进的外来个体（活体或动物尸体），以避免将可能携带传染性病菌的外来个体引入饲养设施内。美国 NRC（1996）中指出：将种类不同和产地不同的种群进行隔离饲养有利于减少疾病传染的可能性。一些病毒如：猴痘（*Poxviruses*）、猴出血热（simian hemorrhagic fever）等可潜伏性地存在于非洲产的非人灵长类体内，且不会伤害宿主；而这些病毒被传染至亚洲产种类后，将引起宿主明显的临床症状，进而严重危害饲养动物的健康（Centres for Disease Control and Prevention，1997）。相同产地的种群对同一种病毒也会有不同的反应；例如松鼠猴（*Saimiri*）、夜猴（*Aotus*）和狨猴为同一地理分布，但是它们对疹病毒（*Herpesvirus tamarinus*）的反应却截然不同。对于松鼠猴，疹病毒仅为潜伏性病毒，并不伤害宿主；但对夜猴和狨猴而言，疹病毒却可引发致命的流行性传染病（Centres for Disease Control and Prevention，1997）。因此，各饲养机构应将不同种类及不同产地的种群（特别是新大陆猴）进行隔离饲养，以有效地防止疾病传染，降低保育费用。

3.2 非传染性创伤

非传染性创伤包括打斗引起的身体创伤和营养性疾病（Wolfensohn & Lloyd，2003）。英国的 HMSO a 将身体创伤划分为 3 个等级：1）小伤口，无抑郁症表现；2）大伤口，无抑郁症表现；3）伤口、青肿，伴有抑郁症表现。对于患第一类创伤的动物，处理起来较容易；通常在麻醉的情况下，用消毒药剂（如洛华盛，*Chlorhexidine*）对伤口进行冲洗消毒，之后在伤口处涂抹少量杀菌药膏即可。对患第二类创伤的动物，一般在麻醉下，需对伤口进行深层消毒、缝合和包扎处理；间隔 3—4 天对伤口换药一次。对患第三类创伤的动物，由于这些动物受伤

后很可能又患有败血症并伴有肾功能衰竭等疾病；更需人工精心的照料，如若忽视，患病动物将有生命危险。在通过对外伤进行消毒、缝合和包扎处理后，应给予点滴抗生素和皮质醇类药物，点滴速度不应过快，应控制在 40—80 mL/(kg·24 h) 范围内。

非传染性创伤还包括营养性疾病。大肠综合征（large-bowel syndromes）是饲养新大陆猴的常见疾病，例如：狨属和怪柳猴（*Saguinus* spp.）属常出现结肠病，狨猴中常出现的消耗型综合征（marmoset wasting syndrome，Wolfensohn & Lloyd，2003）。导致这些疾病的原因可能与食物中蛋白质缺乏，肠内微生态失调或感染了冠状病毒（*Coronavirus*）的病原体有关。建议给患病动物多取食麸质含量低的食物，这有利于它们恢复健康（Centres for Disease Control and Prevention，1997）。对另一种常见的疾病——婴幼猴的断奶后腹泻（post-weaning diarrhoea），Munoz-Zanzi（1999）的研究表明：该疾病与断奶的时间没有关系，而与婴幼猴的体重有关。通常哺乳期频繁腹泻的幼猴，往往在断奶后出现腹泻的症状。所以，应对哺乳期间出现腹泻的幼猴进行及时治疗。

3.3　安乐死

安乐死是根据实验动物伦理的要求，尽可能的减少痛苦，使之迅速死亡（呼吸停止、心跳停止和瞳孔扩大）的处理方法。安乐死的基本方式是注射过量的麻醉药，同时配合适当的肌肉松弛剂用以减少动物表征上的痛苦（PRI，2002）。中国现行条例中对动物安乐死很少提及，发达国家则对动物安乐死有严格规定。在美国和日本，实施安乐死的动物需符合以下 3 个条件之一（NRC，1996；PRI，2002）：1）经过兽医确认，动物患有无法恢复的疾病或严重外伤，并会为其余生带来严重疼痛和持续的精神痛苦，以及动物携带有危险性极高的病原体；2）动物经历了无法恢复的破坏性实验（如脑严重损伤实验等），今后将一直生活在严重的精神压力下；3）动物作为研究对象，实验过程中要求对动物施用安乐死。对于以实验为目的的安乐死动物，可以将动物的尸体和器官进行充分利用，以减少浪费。而对其他情况的安乐死动物，尸体需尽快进行封装和焚烧处理。

4　繁殖——动物表达正常行为的自由

在自然条件下，非人灵长类的繁殖制度可以大致归为四类（Itani，1977）：一夫一妻制（monogamy；如伶猴类 *Callicebus* spp.，长臂猿类），一妻多夫制（polyandry；如鞍背狨 *Saguinus fuscicollis*）；一夫多妻制（polygyny：single-male harem；如多数疣猴种类）和多夫多妻制（multi-male unit；如父系社会的黑猩猩和母系社会的猕猴类）。而猩猩、原猿类的懒猴科（Lorisidae）及眼镜猴科（Tarsiidae）的动物营独居生活，它们的社会性不明显（Strier，2000）。由此可见，非人灵长类的繁殖系统非常地多样化。因此，在饲养动物时，应尽量考虑动物表达正常行为的自由。

4.1　饲养环境下的繁殖

在饲养环境下，非人灵长类的繁殖主要受 3 个方面因素的影响：营养因素，环境因素和社会因素。在好的营养条件下，动物一般初产年龄较早、繁殖率较高、繁殖间隔较短、而且婴猴存活率比较高。在相对较差的营养条件下，猴群内新生婴猴的性比会出现变化，进而影响种群的增长速度（Dunbar，1987；Lee，1987）。对于多数灵长类动物而言，多属季节性繁殖，繁殖行为受环境因素的影响很大，如食物的季节性变化等。其次，日照时间和温度等季节性因素也会明显影响动物的繁殖期（Baskerville，1999）。如：季节性繁殖的猕猴，在北半球的饲养群和野生群内的繁殖期是 10 月到 4 月，而在南半球的饲养群内，繁殖期则变为 3 月到 9 月（Gomes & Bicca-Marques，2003）。一些种类的繁殖还明显地受社会因素的影响，如：在猕猴饲养场中，高等级的雌性往往比低等级的雌性生育早，且繁殖更多的后代（Harcourt，1987；Watanabe，2001）。在狨属和怪柳猴属的饲养群内，这种繁殖的社会性抑制则更加明显，往往只有少数的高等级雌性生育，而低地位雌性则无法生育（Abbott，1988）。

4.2　哺乳与断奶

哺乳与断奶也是灵长类动物繁殖行为中的重要部分。哺乳除了有为婴猴提供营养和早期免疫力的意义外，还有建立和维持母子关系、产生哺乳期闭经（除狨等一些种类以外）等意义（Hendrickx & Dukelow，1995）。Wallis & Valentine（2001）对狒狒的研究结果表明，如果将 6—10 月龄的幼猴强行从母亲身边取走，母猴的生殖间隔会较正常断奶的母猴长。人为导致的过早断奶不仅不符合保障实验动物福利的观点，也不利于实验动物的生理和心理健康。因此，英国 HMSOa 对断奶时间的要求为：幼猴应大于 6 个月龄或体重超过 1 kg，并提倡哺乳幼

猴至12个月；除非兽医认为有断奶的必要，例如母猴无法哺乳等情况。美国NRC（1996）也提出相似的标准，并认为身体不好的幼猴应该留在母亲身边哺乳更长的时间。国际灵长类协会（IPS，1993）同样表明3—6个月龄内的幼猴不应断奶，并建议母婴接触维持到12—18月龄。而中国的现行规范仍缺乏对这一方面的要求，各饲养场对断奶的时间各有不同，多是凭各自的经验和一贯做法以确定断奶时间的。

4.3 繁殖的人工控制

人工授精是控制繁殖的一种手段，主要用于科学试验。对旧大陆猴进行人工授精的经验已经比较丰富（Kirkwood & Stathatos，1992），特别对猕猴（Dede & Plentl，1966）。而对新大陆猴的经验仍然相对较少，仅对狨类有一些尝试（Morrell，1997）。对雌猴受孕的诊断可以通过身体触摸（猕猴怀孕16天后，狨怀孕30天后）、超声波（猕猴怀孕16—18天后）、尿液血液检查荷尔蒙变化等方式（Kirkwood & Stathatos，1992；Hendrickx & Dukelow，1995）。猕猴和狒狒的怀孕期约为166天，狨约为144天（Kirkwood & Stathatos，1992）。多数动物在晚上或早上分娩。分娩需要的时间因动物的分娩经验和个体差异而异，若分娩时间超过3个小时就需要仔细的监视和兽医的辅助（PRI，2002）。

人工避孕是控制繁殖的一种手段，常被用于繁殖率较高的伶猴属、狨属和怪柳猴属的动物（Sainsbury，1997）。灵长类动物的人工避孕一般应采用可恢复性的方式，如植入助孕素（0.3—0.5 mg，10 mm×5 mm，包括42 mg/kg标准体重的甲烯雌醇乙酸酯 或配合左炔诺孕酮）或注射醋酸甲羟孕酮（*Medroxyprogesterone acetate*）。具体剂量和操作因物种而不同，可以参照Sainsbury（1997）的综述。

5 饲养环境的多样性——动物有脱离恐惧和心理压力的自由

5.1 社会环境的多样性

提高饲养环境的多样性作为非人灵长类福利的重要部分，可将其分为提高社会环境的多样性和提高物理环境的多样性（Young，2003；Reinhardt & Reinhardt，2002；UK Farm Animal Welfare Council，1997）。与人类一样，非人灵长类也需要进行社会交流，一个缺乏个体间社会交流的封闭饲养环境将影响灵长类动物的生理和心理健康（Harlow，1958），但提高社会环境多样性应根据动物自身的特点（Röder & Timmermans，2002），如：原猴亚目的动物利用气味标记进行社会交流、传递领地、繁殖和社会等级等信息（Silk，1987）。所以，需提供可以进行社会标记的场所而不要过于频繁地清扫笼舍。狨类也有通过尿液和气味腺进行气味标记的习性（Silk，1987）。它们基本都是树栖性的，且有自己的领地，应避免相邻笼子的个体互相看见，引起不必要的争斗。卷尾猴科动物也有用气味表达繁殖、领地等社会信息的习性，它们没有坐骨骨痂，为树栖性动物，经常下地会引起卷尾猴科动物的脚部肿胀，为此，应尽量为它们提供一些可悬挂的空间设施。猕猴属的不同种类间可互相杂交（PRI，2002；Centres for Disease Control and Prevention，1997）。而Weigler（1992）的研究发现杂交会使得非洲猕猴身上的猴逆转录病毒（simian retroviruses）等多种病毒传染到亚洲猕猴种类中，导致个体或群体死亡，应避免其杂交和混合饲养。

5.2 物理环境的多样性

丰富的物理环境多样性有助于维持动物正常的行为、生理和心理健康（Ueno，2005；NRC，1996）。Brent & Weaver（1996）和Howell et al（2003）的研究也分别表明音乐可降低狒狒的心跳速度及黑猩猩的攻击性。Anderson et al（1992）提出增加游泳池可提高猕猴和食蟹猴等猕猴动物饲养场内的环境多样性。Young（2003）提出利用电视、录像、音乐或自然声响也可提高饲养场内环境多样性。Ueno（2005）近期的研究还表明动物使用玩具的能力和记忆能力随年龄而变化。幼猴和老猴使用玩具的能力明显低于少年猴和成年猴子。当然设置物理环境多样性应需考虑到企业自身的经济实力，使用树干、消防水管、绳子、塑料圈、网子、轮胎和圆筒等也能基本达到提高物理环境多样性的目的（PRI，2002）。

6 中国的现状和展望

中国是世界上实验灵长类动物的最大产出国（Mandavilli，2006）。虽然产业化饲养非人灵长类起步较晚，但自20世纪80年代，在全球对实验动物的需求量急速增加的形势推动下，饲养非人灵长类实验动物的行业在中国得到迅速发展。另外中国也是非人灵长类动物资源分布较为丰富的国家之一，懒猴科、猴科和长臂猿科动物合计达21种之多，约占世界现生灵长类物种的10%（Fan & Song，

2003）。为保护国内灵长类动物的自然资源及维护饲养行业的健康发展，中央和地方政府及时地出台了一些饲养实验灵长类的管理规范，如中华人民共和国动物检疫法（全国人民代表大会常务委员会，1998）、实验动物管理条例（中华人民共和国国家科学技术部，1988）、GB 14925（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2001）和 GB 14924（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2001）等。但与一些发达国家的现行规范相比，中国的现行规范过于笼统，很难真正起到规范和监管的作用。如：中国 GB14925（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2001）的多项指标是针对非人灵长类、犬、猫、兔和小型猪等实验动物的统一规定。非人灵长类包括 300 多个种类，不同种类的生理特征、认知能力、生活习性和社会结构均相差甚远。而美国、英国和日本的现行规范中均对非人灵长类按类别分别做了规定，这样具有针对性的饲养规范才真正具有引导饲养行业健康发展和保障实验非人灵长类动物的福利的意义。为此，中国政府首先应进一步完善现行的规范，进而增加对实验动物福利研究的支持力度。这样方能弥补中国与上述发达国家在实验动物福利规范和意识方面的差距，也利于增强中国饲养实验动物的企业在国际贸易中的竞争力。

随着 2004 年北京市政府首次将动物福利的条款列入《北京市实验动物管理条例（修订草案修改稿）》（北京市人大常委会，2004）以来，即表明中国政府对实验动物福利的立法工作越来越重视。虽然动物福利立法已经开始起步，关爱动物开始有了法律保障，但是目前中国的普通百姓和一些饲养机构对实验动物福利的理念还比较陌生，关爱实验动物尚没有真正成为一种社会风尚，推行非人灵长类实验动物福利可能还有阻力。这可能存在在两个方面的原因，一方面发达国家超前的动物福利观念是建立在雄厚的经济基础之上的，对多数发展中国家来说，认同发达国家的动物福利保护观念，并采用发达国家的动物福利保护标准，从经济上考虑，会给大多数企业造成经济压力；另一方面原因是东西方思想文化的差异。实验非人灵长类福利的思想近年来在北美、欧洲和澳洲国家等西方国家兴起，然而西方国家基本没有非人灵长类的自然分布，而许多亚洲、非洲和南美洲的国家都有非人灵长类的自然分布（Fleagle，1999；Ueno，2005）。在分布有非人灵长类的国家，野生的非人灵长类种群与人类的生存有着长期的冲突，例如破坏庄稼、传染疾病等（Strier，2000；Centres for Disease Control and Prevention，1997；Watanabe & Muroyama，2005），因此这些国家人民对非人灵长类普遍存在着褒贬共存的复杂感情。而中国自古以来就有着对非人灵长类福利的朴素观点。例如：中国最古老的分类词典《尔雅》认为猿猴是介于人和兽之间的动物。明代的《雅俗稽言》也认为猿猴与人类相近，应归为“寓属”。这与现代灵长类动物福利中认为人与猿猴都是灵长类动物的理论是一致的。因此，在中国推广动物福利思想有着深厚的传统文化基础，中国的实验动物福利的保障已逐步走向法制化管理进程，相关主管部门和新闻媒体还应该加大宣传力度，让大众逐步接受和树立实验非人灵长类福利的观念，并把实验动物福利理念作为社会主义精神文明建设和物质文明建设的重要内容，作为环境意识的一个有机组成部分。在中国政府的有效指导及其传统的动物福利思想的基础上，我们有理由相信中国实验非人灵长类的饲养和福利会向更加健康的方向发展。

致谢：本篇综述受日本学术振兴会（JSPS）21th Century COE Program 和 HOPE 先端研究事业的资助。日本京都大学灵长类研究所实验动物学研究中心的上野吉一副教授提供了详实的相关资料。中国西北大学生命科学院的李保国教授对此文提出了宝贵的意见。笔者深表谢忱。

参考文献：

Abbott DH. 1988. Natural suppression of fertility [J]. *Symposium of the Zoological Society of London*, **60**: 7-28.

Anderson JR, Peignot P, Adelbrecht C. 1992. Task directed and recreational underwater swimming in captive rhesus monkey (*macaca mulatta*) [J]. *Laboratory Primate Newsletter*, **31**(4): 1-5.

Baskerville M. 1999. Old world monkeys [A]. In: Poole TB. The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals, 7th ed [M]. Oxford: Blackwell Science Press, 611-635.

Brent L, Weaver D. 1996. The physiological and behavioral effects of radio music on single housed baboons [J]. *J Med Primatol*, **25**(5): 370-374.

Centres for Disease Control and Prevention. 1997. Non-human Primate Spumavirus Infections Among Person with Occupational Exposure [R]. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, **46**: 6.

China's State General Administration for Quality Supervision and Inspection and Quarantine. 2001. Laboratory animal-Requirements of environment and housing facilities (State Standard GB14925) [M]. http://www.baola.org/. [中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 2001. 实验动物环境及设施(中华人民共和国国家标准 GB 14925)].

Dede JA, Plentl AA. 1966. Induced ovulation and artificial insemination in a rhesus colony [J]. *Fertil Steril*, **17**: 755-764.

Dunbar RIM. 1987. Demography and reproduction [A]. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth EM, Wrangham RW, Struhsaker TT. Primate Societies [M]. Chicago, Illinois: Chicago University Press, 240-249.

Fan ZY, Song YL. 2003. Chinese primate status and primate captive breeding for biomedical research in China [A]. In: Institute for Laboratory Animal Research, National Research Council. International Perspectives: the Future of Non-human Primate Resources [M]. Washington DC: National Academy Press.

Fleagle JG. 1999. Primate Adaptation and Evolution, 2nd ed [M]. San Diego, California: Academic Press.

Gomes DF, Bicca-Marques JC. 2003. An inversion in the timing of reproduction of captive *Macaca mulatta* in the southern hemisphere [J]. *Laboratory Primate Newsletter*, **42**(4): 6.

Harcourt AH. 1987. Dominance and fertility among female primates [J]. *Journal of Zoology London*, **213**: 471-487.

Harlow HF. 1958. The nature of love [J]. *Am Psychol*, **13**: 573-685.

Hendrickx AG, Dukelow WR. 1995. Breeding [A]. In: Bennett TB, Abee CR, Hendrickson R. Nonhuman Primates in Biomedical Research: Biology and Management, American College of Laboratory Animals Medicine Series [M]. San Diego, California: Academic Press, 365-374.

HMSO a, 1989. (Her Majesty's Stationery Office on behalf of the Queen's Printer). The Home Office Code of Practice for the Housing and Care of Animals in Scientific Procedures [R]. London.

HMSO b, 1989. (Her Majesty's Stationery Office on behalf of the Queen's Printer). The Home Office Code of Practice for the Housing and Care of Animals in Designated Breeding and Supplying Establishments [R]. London.

Holmes GP, Chapman LE, Stewart JA, B Virus Working Group. 1995. Guidelines for the prevention and treatment of B-virus infections in exposed persons [J]. *Clinical Infectious Disease*, **20**: 421-439.

Howell S, Schwandt M, Fritz J. 2003. A stereo music system as environmental enrichment for captive chimpanzees [J]. *Lab Animal Europe*, **3**(10): 16-22.

IPS (International Primatological Society). 1993. International Guidelines for the Acquisition, Care and Breeding of Non-human Primates. Primate Report, Special Issue [R]. Göttingen, Germany: Erlicj Goltze.

Itani J. 1977. Evolution of primate social structure [J]. *J Hum Evol*, **6**: 235-243.

Kemnitz JW. 1984. Obesity in Macaques: Spontaneous and induced [J]. *Adv Vet Sci Comp Med*, **28**: 81-114.

Kirkwood JK, Stathatos K. 1992. Biology, Rearing and Care of Young Primates [M]. Oxford: Blackwell Science Press.

Lee PC. 1987. Nutrition, fertility and maternal investment in primates [J]. *Journal of Zoology London*, **213**: 409-422.

Mandavilli A. 2006. News feature: Monkey business [N]. *Nature News*, **12**: 266-267.

Measuring Technique Bureau of Guang Dong province. 1994. Requirements of environment and housing facilities for laboratory animals (provincial standard) [M]. http://www.lascn.com/policy/. [广东省技术监督局. 1994. 实验动物环境与设施].

Ministry of Science and Technology. 1988. Regulations for the Administration of Affairs Concerning Experimental Animals [M]. http://www.lascn.com/policy/. [中华人民共和国国家科学技术部. 1988. 实验动物管理条例].

Ministry of Science and Technology. 2001. Laboratory animals—Monkeys formula feeds (State Standard 14924) [M]. http://www.lascn.com/policy/. [中华人民共和国科学技术部. 2001. 实验动物——猴配合饲料 GB 14924].

Morrell JM, Nowshar M, Rosenbuch. 1997. Birth of offspring following artificial insemination in the common marmoset, *Callithtix jacchus* [J]. *Am J of Primatol*, **41**: 37—43

Munoz-Zanzi CA, Thurmond MC, Hird DW, Lerch NW. 1999. Effect of weaning time and associated management practices on post: weaning chronic diarrhoea in captive rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) [J]. *Laboratory Animal Science*, **49**: 617-621.

NRC (National Research Council). 1996. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals [R]. Washington DC: National Academy Press.

NRC (National Research Council). 1997. The Psychological Well-being of Non-human Primates [R]. Washington DC: National Academy Press.

PRI (Primate Research Institute). 2002. Guide for the Care and Use of Laboratory Primates [R]. Japan: Kyoto University.

Public Law 99-198US. 1985. Animal Welfare Act: Food security act of 1985 (improved standard for laboratory animal) [M]. 1650.

Reinhardt V, Reinhardt A. 2002. Social enhancement for adult non-human primates in research laboratories [J]. *Lab Anim*, **29**: 34-41.

Röder EL, Timmermans PJA. 2002. Housing and care of monkeys and apes in laboratories: Adaptation allowing essential species-specific behaviour [J]. *Lab Anim*, **36**: 221-242.

Sainsbury AW. 1997. The human control of captive marmoset and tamarin populations [J]. *Anim Welf*, **6**: 231-242.

Silk JB. 1987. Social behavior in evolutionary perspective [A]. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth EM, Wrangham RW, Struhsaker TT. Primate Societies [M]. Chicago, Illinois: Chicago University Press, 318-329.

Standing Committee of Beijing Municipal People's Congress. 2004. Regulations for the Administration of Affairs Concerning Experimental Animals of Beijing [M]. http://www.chinacourt.org/flwk/. [北京市人大常委会. 2004. 北京市实验动物管理条例].

Strier KB. 2000. Primate Behavioural Ecology [M]. Boston, Massachusetts: Allyn and Bacon.

The NPC Standing Committee. 1998. The Epidemic Prevention Law of the P. R. China [M]. http://www.lascn.com/policy/. [全国人民代表大会常务委员会. 1998. 中华人民共和国动物防疫法].

Ueno Y. 2005. Welfare for primates as research resources [J]. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, **1**: 65-70.

UK Farm Animal Welfare Council. 1997. Report on the welfare of laying hens [R]. UK FAWC: Woolworth.

Wallis J, Valentine B. 2001. Early vs. natural weaning in captive baboon: The effect on timing of postpartum oestrus and next conception [J]. *Laboratory Primate Newsletter*, **40**(1): 10-13.

Watanabe K, Muroyama Y. 2005. Recent expansion of the range of Japanese macaques, and associated management problems [A]. In: JD Paterson, J Wallis. Commensalisms and Conflict: The Primate-Human Interface. Special Topics in Primatolology, Vol.4. American Society of Primatologists, 400-419.

Watanabe K. 2001. A review of 50 years of research on the Japanese monkeys of Koshima: Status and dominance [A]. In: Matsuzawa T. Primate Origin of Human Cognition and Behavior [M]. Tokyo: Springer-Verlag, 405-417.

Weigler BJ. 1992. Biology of B-virus in macaque and human hosts: A review [J]. *Clinical Infectious Disease*, **14**: 555-567.

Wolfensohn SF, Lloyd M. 2003. Handbook of Laboratory Animal Management and Welfare, 3rd ed [M]. Oxford: Blackwell Science.

Young RJ. 2003. Environmental Enrichment for Captive Animals, UFAW Animals Welfare Series [R]. Oxford: Blackwell Science.